



**University of
Zurich**^{UZH}

**Zurich Open Repository and
Archive**

University of Zurich
University Library
Strickhofstrasse 39
CH-8057 Zurich
www.zora.uzh.ch

Year: 2010

Batrachochytrium dendrobatidis: ein Chytridpilz, der zum weltweiten Amphibiensterben beiträgt

Tobler, U ; Schmidt, B R ; Geiger, C

Other titles: *Batrachochytrium dendrobatidis*: un Chytridiomycète qui menace la survie des amphibiens à l'échelle mondiale

Posted at the Zurich Open Repository and Archive, University of Zurich

ZORA URL: <https://doi.org/10.5167/uzh-34672>

Journal Article

Originally published at:

Tobler, U; Schmidt, B R; Geiger, C (2010). *Batrachochytrium dendrobatidis*: ein Chytridpilz, der zum weltweiten Amphibiensterben beiträgt. *Schweizerische Zeitschrift für Pilzkunde (SZP)*, 3:112-116.

Batrachochytrium dendrobatidis: un Chytridiomycète qui menace la survie des amphibiens à l'échelle mondiale

URSINA TOBLER, BENEDIKT SCHMIDT & CORINA GEIGER

Une maladie fongique récemment découverte, une chytridiomycose, menace sur le plan mondial les amphibiens et a mené d'ores et déjà des espèces vers l'extinction. La maladie est déclenchée par le Chytridiomycète *Batrachochytrium dendrobatidis* (en grec: batrachos=la grenouille et chytra=la marmite. *Dendrobates* est le nom de genre de la grenouille de laquelle l'agent infectieux a été isolé pour la première fois. En français, le nom signifie le Chytridiomycète des amphibiens. C'est avant tout dans les régions tropicales que ce pathogène fongique semble le plus dangereux et le plus menaçant pour l'existence des amphibiens. En Amérique Centrale, par exemple, il s'étend et montre un front de répartition qui avance d'ouest en est.

(Lips et al. 2006). Plus tard, on a trouvé l'agent pathogène en 1987, au Monteverde (Costa Rica). On lui a imputé, avec une grande probabilité, l'extinction du crapaud d'or *Bufo perigrinus*. En 1993, le champignon avait déjà avancé jusqu'à la frontière du Panama et dix ans après, il a été identi-

fié dans le Golfe de Panama. Derrière le front de l'infection disparaissaient plusieurs espèces de grenouilles. On ne voit sur les animaux morts découverts, aucun symptôme évident. Seule, leur peau qui se détachait, ce qui n'est en aucun cas une rareté (ill. 1).

En Australie, le champignon tueur d'amphibiens a contribué à la disparition de plusieurs espèces comme la grenouille *Taudactylus acutirostris* (Berger et al. 1998). Depuis environ dix ans, on observe aussi dans les montagnes espagnoles la disparition de populations d'amphibiens (Bosch et al. 2001, Bosch & Martinez-Solano 2006). Cependant, ce n'est pas dans tous les cas que ce champignon mène à l'extinction complète d'une espèce. De manière caractéristique et fréquente, il y a extinction d'espèces tropicales situées dans des régions à plus haute altitude, qui ont, par contre, une aire de répartition plus étendue et qui se trouvent également à plus basse altitude. Celles-ci survivent dans ces endroits malgré le chytridiomycète des batraciens.



Abb. 3 Eine gesunde Geburtshelferkröte aus Zunzgen BL.

Ill. 3 Un crapaud accoucheur sain de Zunzgen BL.

Origine et parenté

La découverte de *Batrachochytrium dendrobatidis* date seulement de 1998, alors que l'on recherchait les causes de la mort en masse de grenouilles en Australie et en Amérique Centrale (Longcore et al. 1999). A cette occasion, l'agent pathogène a été reconnu comme responsable de cette maladie de la peau qui a conduit à la mort plusieurs espèces. La provenance du champignon est encore aujourd'hui un aspect non élucidé. Deux hypothèses pourraient contribuer à expliquer son origine. L'une d'entre elles explique qu'il pourrait s'agir d'un agent pathogène qui aurait évolué; ou alors qu'un germe peu agressif aurait évolué en un pathogène à cause de modifications de l'environnement (Rachowicz et al. 2005). Les changements climatiques pourraient être une cause possible de cette augmentation de la dangerosité. La deuxième hypothèse présente le fait que le champignon aurait été endémique dans une région limitée et aurait migré dans une nouvelle contrée où il aurait rencontré des espèces encore jamais exposées à la maladie et sans protection contre elle, et de ce fait, ont été décimées.

Jusqu'à maintenant, une grenouille conservée depuis 1938 en Afrique du Sud, figure comme trouvaille la plus ancienne d'un animal porteur de cet agent infectieux. C'est pourquoi, l'on pense qu'il est vraisemblable qu'une diffusion „out of Africa” s'est produite. Comme autre voie de contamination, on pense que le commerce de cette espèce pour les travaux de laboratoire à buts de recherche et de diagnostics constitue la voie de dissémination. Dans les années 60, des grenouilles de cette espèce étaient utilisées pour les tests de grossesse. Si l'on injecte à une femelle grenouille de l'urine d'une femme enceinte, l'animal produit des œufs après quelques jours.

Les importations de grenouilles ne sont plus indispensables pour ces examens. Pourtant, des grenouilles de cette espèce - le plus souvent des captures sauvages - sont importées et utilisées encore aujourd'hui dans des entreprises de recherche partout dans le monde. Les grenouilles elles-mêmes ne sont pas victimes du chytridiomycète, bien qu'elles soient porteuses de l'agent infectieux et sont le réservoir de ces germes. Du moment que l'on ne détecte pas d'infection chez les grenouilles, alors l'expansion sur tous les continents peut trouver son origine dans le commerce de ces batraciens et d'autres espèces proches (Fisher & Garner 2007). L'examen génétique du

champignon indique qu'il est apparu à l'occasion d'une recombinaison de deux parents diploïdes et qu'il s'agit ici d'un agent infectieux à évolution récente. Des souches de *Batrachochytrium* montrent un degré élevé d'hétérozygotie et à chaque locus de gène, deux variantes de gènes différents tout au plus sont présentes (James et al., 2009). Comme ancêtres parents, d'autres champignons de la classe des Chytridiomycètes entrent en question (Fisher et al. 2009b). Ces organismes unicellulaires parasites sont des décomposeurs comme leurs parents proches à l'intérieur de la famille des chytridiomycètes. *Batrachochytrium dendrobatidis* est l'unique espèce de ce genre et une des deux seules parasites de vertébrés qui existent dans les Chytridiomycota.

Morphologie, physiologie et reproduction

Batrachochytrium est un chytridiomycète diploïde qui se reproduit exclusivement par bouturage. Il possède deux stades de vie: un zoosporange qui est utile pour l'accroissement de l'espèce et des zoospores qui servent à la dispersion géographique; puis un stade durable comme cela arrive après la reproduction sexuelle, qui n'est pas encore attesté à ce jour. La génétique des populations fait penser à une reproduction asexuée (Morgan et al. 2007). Les zoospores nageantes dans la préparation sont longues d'env. 3-5 µm et possèdent un flagelle de 19-20 µm de longueur qui leur permet de se déplacer. Les zoospores sont sphériques en règle générale, ne présentent aucune paroi cellulaire. Ils sont remarquables surtout par leurs nombreux liposomes (> 5), ce qui les différencie des autres chytridiomycètes (Longcore et al. 1999). Ils sont capables de nager seulement dans un court laps de temps et parcourent par eux-même une distance d'environ deux cm avant qu'ils ne perdent leur mobilité après 24 heures. A ce moment là, ils utilisent la chimiotaxie pour détecter la peau des batraciens; ils peuvent rester infectieux jusqu'à 7 semaines dans des milieux adéquats, par exemple l'eau de mer (Johnson & Speare 2003; Piotrowski et al. 2004). Si les zoospores rencontrent de la peau de batraciens, ils pénètrent dans la couche de kératine et s'enkystent après quoi la phase de croissance commence avec formation de zoosporanges. De ces germes embryonnaires, des rhizoïdes croissent, se ramifient et la fructification (thalle) commence à grandir. Par divisions mitotiques des noyaux des cellules, le thalle a de nombreux noyaux. Certains thalles se répartissent

alors en deux ou davantage de zoosporanges. Ils seront à ce stade entourés d'une paroi cellulaire de chitine et ils peuvent former plusieurs issues de contamination pouvant mesurer jusqu'à 10 µm de longueur. A l'intérieur des thalles mûrs (zoosporange) qui peuvent atteindre jusqu'à 40 µm au maximum, des nouvelles zoospores (jusqu'à 150 par zoosporange) se forment autour des noyaux nouvellement divisés (ill. 2). Quand elles sont mûres, elles peuvent migrer par l'une des voies de sortie à travers la peau des amphibiens pour être libérées dans l'environnement. Là, elles peuvent immédiatement infecter une autre partie de la peau ou s'introduire dans un nouvel hôte. Selon la température ambiante, le cycle de vie se déroule en 4 à 5 jours. *Batrachochytrium* digère la kératine de la peau, constituant de la corne et possède également une croissance maximale à une température de 17 à 23 °C. Sa croissance est effective entre 4 et 28 °C en culture, taux de croissance qui peut varier légèrement selon les souches prises en compte. A partir de 30 °C, le champignon cesse sa croissance et meurt en quelques jours (Piotrowski et al. 2004; Berger et al. 2005).

Effets sur les amphibiens

Tout d'abord, on ne voit pas la contamination par le chytridiomycète sur les amphibiens et les symptômes de la maladie ne sont pas univoques. Partant de l'infection par quelques zoospores, le champignon se répand sur la peau de la grenouille. Le plus souvent, la mort survient entre quelques jours jusqu'à quelques semaines après l'infection. Il faut d'abord que le champignon se répande sur une grande partie de la peau et que les symptômes apparaissent. Si une partie importante de la peau est contaminée, la grenouille devient léthargique, cesse de se nourrir et se déplace à peine (Daszak et al. 1999).

Il existe également quelques espèces qui sont contaminées par le champignon et dont la maladie ne mène pas à la mort. Probablement, elles peuvent limiter la progression de la contamination de leur peau. Mais ces espèces résistantes représentent un réservoir par lequel d'autres espèces peuvent être infectées. La croissance du chytridiomycète cause un épaississement cutané, une hyperkératose chez ces animaux. Ceci représente probablement un mécanisme de défense des amphibiens contre l'agent pathogène. Etant donné que les amphibiens régulent au travers de leur peau leur équilibre en eau et en sel, cet équilibre

est perturbé par la maladie. Une étude en cours tend à prouver que les grenouilles meurent par arrêt cardiaque suite au déséquilibre électrolytique (Voyles et al. 2009).

Donc, certaines espèces peuvent endiguer l'envahissement du champignon dans la peau. Ce processus n'est pas connu avec exactitude. Les poisons cutanés antimicrobiens, qui recouvrent la grenouille à partir de glandes spéciales, agissent de manière défavorable sur la croissance du *Batrachochytrium* (Conlon et al. 2007). Cependant même les espèces qui possèdent de tels poisons cutanés, peuvent apparemment mourir de chytridiomycose. D'autres espèces au contraire, ne possédant que très peu de poisons analogues, peuvent survivre malgré tout à une infection. Dans ce cas, les bactéries cutanées symbiotiques jouent peut être un rôle (Harris et al. 2006; Woodhams et al. 2007). La peau des amphibiens humide est un terrain alimentaire idéal pour les bactéries les plus variées et les champignons qui sont en concurrence mutuelle pour l'espace de vie représenté par la peau des grenouilles. De plus, différents microbes produisent une gamme de poisons pour tenir en échec leurs concurrents. Puisque d'une part chaque millimètre de la peau des grenouilles est peuplée déjà par des microbes et que, d'autre part, les poisons produits peuvent freiner la croissance du champignon, la microflore de la peau représente un autre mécanisme défensif possible contre le chytridiomycète. La recherche place ainsi ses espoirs sur les bactéries symbiotiques de la peau: on tente maintenant de rendre les grenouilles résistantes contre le chytridiomycète, en injectant dans la peau des bactéries qui inhibent la croissance du champignon. Ce début de lutte biologique est plein de promesses, mais cette recherche se trouve encore à l'état embryonnaire et la mise en action de bactéries est discutée encore de manière contradictoire.

Il n'existe pas encore de méthodes pour combattre le champignon une fois installé. L'unique possibilité réside dans la lutte contre son extension géographique, soit avec des contrôles vétérinaires, soit en imposant la quarantaine pour le commerce international des amphibiens, ainsi que par exemple l'Australie le prévoit (la Suisse ne le fait malheureusement pas encore). Puisque les souches du chytridiomycète se distinguent par leur virulence (Fisher et al. 2009a), un contrôle de l'importation peut empêcher l'expansion des souches les plus virulentes.

Répartition en Suisse

Pour de nombreux pays, la lutte contre l'entrée de l'agent pathogène arrive bien trop tard. Seul, le combat contre l'élargissement de l'aire d'expansion du chytridiomycète au niveau régional est possible. En Suisse, le champignon est très répandu et on peut le trouver dans environ 50% des milieux humides sur la façade nord des Alpes (en région alpine et au Sud des Alpes, il n'existe pratiquement aucune donnée). Cette vaste diffusion laisse à penser que le champignon n'a pas été introduit récemment.

Depuis combien de temps est-il en Suisse, nous ne le savons pas, mais cette question est examinée dans le cadre d'un travail de maîtrise à l'Université de Zurich. Aussi, les effets du chytridiomycète sur les amphibiens locaux sont encore méconnus.

Il est cependant tout à fait clair que de nombreuses espèces au cours de ces 25 dernières années ont subi de fortes diminutions et que ce fait ne peut être imputé dans chaque cas à une perte de leur milieu de vie. Nous ne savons pas encore exactement dans quelle mesure le chytridiomycète des amphibiens joue un rôle. Les crapauds accoucheurs (*Alytes obstetricans*) ont perdu depuis 1985, le 64 % de leurs réserves, ils montrent de plus une forte mortalité par chytridiomycose au cours des expériences en laboratoire. Il est par contre impossible de corréliser leur extinction locale avec la présence de la maladie. Puisque l'on a peut-être ici affaire seulement avec un «manque de preuves», on entreprend à l'Université de Zurich, en collaboration avec l'organisme de coordi-

nation pour la protection des amphibiens et des reptiles en Suisse (KARCH) d'autres études pour évaluer l'influence du champignon sur les populations d'amphibiens et pour mettre en place la lutte contre ses effets négatifs. Bien que le champignon des amphibiens ne soit sûrement pas coupable de tous les décès des amphibiens mondiaux, il représente une menace supplémentaire pour des réserves déjà amoindries. Même si le champignon ne mène pas vers l'extinction des populations, il peut être une cause supplémentaire de la forte diminution des effectifs de l'espèce.

Alors, les populations deviennent plus sensibles aux autres influences négatives de l'environnement. Il devient de plus en plus important de lutter contre l'expansion ou contre la diffusion des souches les plus virulentes par des mesures de désinfection. Les herpétologues ou toute autre personne, qui visitent en de brefs laps de temps des milieux humides différents doivent désinfecter à fond chaque matériel qui a été en contact avec l'eau avant de quitter les lieux (pour les consignes générales pour la désinfection et les recommandations d'emploi de désinfectants éprouvés (voir Schmidt et al. 2009).

C'est seulement à ce prix que l'avancement du chytridiomycète pourra être ralenti, afin que les amphibiens puissent avoir le temps de s'adapter à cette nouvelle menace.

Littérature voir le texte en allemand.

Traduction J.-J. ROTH